·综述与专论·

电子健康技术在心力衰竭患者居家管理中的应用进展

陈科君[1，2]，杨怡菲[2]，宫静[1，2]，杨滨旭[1，2]，周静[1，2*]

1.563006 贵州省遵义市，遵义医科大学第二附属医院
2.563000 贵州省遵义市，遵义医科大学
*通信作者：周静，主任护师；E-mail：565058369@qq.com

【摘要】 心力衰竭是一种严重危害全球居民健康的心血管疾病，具有慢性、迁延性的病程特点，以居家为核心的有效管理是控制症状和改善患者预后的关键。电子健康（e-health）技术是心力衰竭居家管理研究领域的热点之一，具有突破时间、空间壁垒的优势，能够实现居家患者健康状态连续监测、智能评估、动态管理。本文对心力衰竭患者居家管理 e-health 相关研究进行系统梳理，探讨其在心力衰竭患者药物管理、运动康复、症状管理、风险预测以及其他方面的应用价值，同时对 e-health 系统数字包容性欠佳、运转体系不完善、数据安全存在风险等局限进行分析及展望，旨在为创新心力衰竭患者居家管理模式提供借鉴。

【关键词】 心力衰竭；电子健康；居家管理；移动医疗；综述
【中图分类号】 R 541.6 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0927

Application Progress of Electronic Health Technology in Home Management of Patients with Heart Failure

CHEN Kejun[1，2]，*YANG Yifei*[2]，*GONG Jing*[1，2]，*YANG Binxu*[1，2]，*ZHOU Jing*[1，2*]
1.The Second Affiliated Hospital of Zunyi Medical University，Zunyi 563006，China
2.Zunyi Medical University，Zunyi 563000，China
**Corresponding author：ZHOU Jing，Chief superintendent nurse；E-mail：565058369@qq.com*

【Abstract】 Heart failure is a cardiovascular disease that poses a serious health risk to the global population and is characterised by a chronic and prolonged disease course. Effective management centered on home care is essential for controlling symptoms and improving patient prognosis. Electronic health（e-health） technology is one of the hotspots in the research field of home management of heart failure，with the advantage of overcoming temporal and spatial barriers，and can achieve continuous monitoring，intelligent assessment，and dynamic management of the health status of patients at home. This paper systematically sorts out the related research on e-health in home management of patients with heart failure，and discusses its application value in drug management，exercise rehabilitation，symptom management，risk profile，and other aspects of patients with heart failure. It also analyzes and prospects the limitations of the e-health system such as poor digital inclusion，imperfect operation system，and risk of data security. The purpose of this study is to provide reference for the innovation of home management model for patients with heart failure.

【Key words】 Heart failure；Electronic health；Home management；Mobile health；Review

心力衰竭（以下简称心衰）是各种原因导致心脏结构和/或功能的异常改变，是所有心血管疾病发展到中晚期的一组复杂临床综合征[1]。据统计，全球罹患心衰人数约 6 430 万[2]，我国约 890 万[3]，心衰的住院率及死亡率居高不下，给全球公共卫生系统带来了巨大负担。新型药物及器械治疗使心衰患者结局有所改善，但出院患者仍存在 50% 的再入院风险[4]，可见心衰的居家管理环节仍较为薄弱。互联网＋医疗的“井喷式”

基金项目：国家自然科学基金资助项目（82360289）；遵义医科大学研究生科研基金立项课题（ZYK265）
引用本文：陈科君，杨怡菲，宫静，等．电子健康技术在心力衰竭患者居家管理中的应用进展［J］．中国全科医学，2024. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0927.［Epub ahead of print］［www.chinagp.net］
CHEN K J，YANG Y F，GONG J，et al. Application progress of electronic health technology in home management of patients with heart failure［J］. Chinese General Practice，2024.［Epub ahead of print］.
© Editorial Office of Chinese General Practice. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

发展及新冠疫情大流行加速了心衰管理从医院为核心转向以居家为核心的过渡，并使患者认识到在居家管理规划中整合电子健康（Electronic Health，e-health）技术的必要性[5]。e-health 技术突破时间、空间壁垒，是实现患者健康状态连续监测、智能评估、动态管理的重要手段，可有效提高心衰患者的居家管理效果，减少患者住院次数[6]。本文主要从 e-health 技术概述、e-health 技术下心衰患者的居家管理、现存不足与对策等方面，探讨心衰患者居家管理 e-health 领域的研究进展，以期为我国进一步开展心衰患者 e-health 管理服务提供借鉴和参考。

1　e-health 技术的概述

e-health 技术起源可追溯到 20 世纪末，被认为是借助无线通信、计算机电话交互式语音响应、互联网等一系列技术的交汇融合为用户提供医疗服务的创新途径[7]。近年来，随着智能电子设备和移动终端的广泛普及，e-health 技术的内涵也在不断扩展。WHO 2016 年将 e-health 技术定义为应用于医疗卫生保健领域的信息通信技术，是支持和促进卫生保健、预防、诊断、治疗、监控和管理的一系列工具的统称[8]。其应用形式从早期的短信服务、结构性电话支持等单一形式，逐步演变为移动应用程序（APP）、可穿戴设备、互联网、社交平台、远程医疗系统及电子健康档案（EHR）等嵌入融合的数字化协同新形态[9]，可为居家患者提供结构化的疾病管理过程，并且通过自我赋权，使患者积极参与居家自我管理。e-health 借助家庭监测系统、患者自主报告移动端等设备，通过数据收集和监测、诊断和治疗支持、远程医疗和医生咨询、大数据分析等方式，能够及时发现病情恶化并防止再次住院；此外，医护团队根据 e-health 云端数据为患者提供量身定制的健康行为指导及决策支持，可以减少医护人员的时间投资，为更多患者的管理创造时间。e-health 技术与医学领域交互融合，逐渐成为疾病管理的热点方向。

2　e-health 技术下心衰患者的居家管理应用

2.1　居家药物管理

药物治疗及药物依从性是居家药物管理的重要因素。指南导向药物治疗（GDMT）是降低心衰死亡率和住院率的主要方法[10]，基于心脏植入式设备、可穿戴设备及手机 APP 的药物管理系统已广泛应用于心衰 GDMT 领域。心脏植入设备的优势在于可直接测量患者心脏功能，保障监测准确性和敏感性。CardioMeMS™ 系统是一种已获得美国食品药品管理局（FDA）批准的植入式肺动脉压力（PAP）传感器，通过测量 PAP 监测患者血流动力学，COSTANZO 等[11]分析该系统药物调整效果发现，干预组的药物调整次数及利尿剂总剂量增幅明显多于对照组。随后的研究也发现，该系统产生的药物调整总次数约为对照组的 2.5 倍，且干预组的 GDMT 较对照组显著升高[12]。基于可穿戴设备的药物滴定系统无需植入电子器械，通常由可穿戴设备、血压计、配套 APP 等组成，可实时或定期跟踪患者生理数据。Daily Amamatory 家庭远程心衰管理系统[13]将可穿戴设备测量的心率、血压及血氧饱和度等数据蓝牙传输到手机 APP，并同步到云存储中，医护通过主仪表板获取数据以评估患者状态，并逐步将药物剂量调整至最大耐受剂量（MTD）。结果显示接受 GDMT 目标剂量 ≥ 50% 的患者比例和接受 GDMT 的 MTD 百分比均显著提高。Medly 系统将 Medly 程序与蓝牙体重秤和血压计配对，系统在检测到患者参数超过阈值时自动向医护团队发送警报，同时为医护团队调整用药提供患者历史血压、体质量、症状、药物清单及最新的实验室报告，结果发现该系统缩短了达到 GDMT 目标剂量的时间[14]。目前该系统嵌入了声控技术和语音用户界面的设计，以更好满足患者的需求和增加 e-health 技术的可及性[15]。

此外，如何保障药物依从性也是心衰患者居家管理的重要问题。近年来，e-health 技术辅助的药物依从性干预以远程健康系统、手机 APP 及社交媒体平台为主，为服药提醒、剂量跟踪及储存药物信息等提供广泛的辅助支持。MedSentry 用药监测系统[16]由电子药盒和集成式监测中心构成，可在患者需要服药时提醒患者，并在未服药或未按照剂量服药时向监测中心发送报告，由医护团队督促患者正确服药。DIETRICH 等[17]开发的 AMoPac 服药依从性检测包，将氨基末端 B 型利钠肽前体（NT-proBNP）与服药数据相结合生成患者服药行为的多层面图像，用于指导医护团队根据用药依从性等级调整干预措施。我国学者利用手机 APP 及社交媒体平台探讨远程心衰管理对患者居家用药的潜在价值，发现 e-health 技术辅助的心衰管理有助于提高患者药物治疗依从性，改善心功能[18-19]。目前，国内基于 e-health 技术的药物管理尚处于探索发展阶段，应用形式多为手机 APP 及网络平台，但成熟的药物管理系统及平台少见。今后可借鉴国外成熟经验，充分考虑我国社会医疗发展现状，以实现 e-health 技术的设计与模式创新，更好地辅助心衰药物管理。

2.2　居家运动康复

心血管指南指出运动康复是心衰管理的重要组成部分，但由于资源、时间及交通问题导致心衰运动康复无法普及[20]。目前，利用可穿戴设备、手机 APP、虚拟现实技术（VR）及其他远程平台的居家运动计划逐渐应用于心衰运动康复领域。NAGATOMI 等[21]利用 Fitbit 设备监测患者运动时的脉搏，用于个体化调整

患者的运动频率及强度，发现患者的 6 min 步行距离（6MWD）得到改善。但可穿戴设备侧重于单一内容，尚未考虑居家运动康复的全面性。范小青等[22]开发的基于智能手环的运动康复 APP，涵盖运动数据监测、运动处方调整、远程运动指导及健康宣教等功能，结果发现该 APP 能够改善患者的心功能、6MWD 及运动依从性。KIKUCHI 等[23]开发的远程康复平台（RH-01）包括配备物联网的健身器材、平板电脑和无线心电监测设备，医护团队根据患者病情及无氧阈值设定运动强度，并进行实时视频会议监护患者进行有氧运动，平台持续监测患者心率及心电图，并同步到医护端口，以支撑医护团队调整运动强度。初步研究的结果较理想，目前该平台正在日本进行多中心临床试验，以进一步评估该平台对心衰居家运动锻炼的安全性及有效性。VR 介入的游戏化运动锻炼似乎是提升运动依从性的潜在手段，Exergame（Nintendo Wii）是一款运动锻炼游戏，患者使用 Wii 遥控器完成 Wii Sports 中的保龄球、网球、棒球和拳击等游戏，医护团队定时联系患者并提供帮助，结果发现患者肌肉功能得到改善，但对 6MWD、运动依从性及运动自我效能没有显著影响[24]。考虑到该研究并未为患者提供全方位的运动锻炼计划，这提示为患者制定个体化的运动锻炼计划是未来运动游戏的发展方向。与传统的运动康复相比，居家远程运动康复满足了患者在时间和空间上的持续康复需求，消除了社会经济、地理和个人因素造成的障碍，但 e-health 辅助的居家运动康复仍处于起步阶段，规模较小，尚未在大多数心衰患者中普及。因此，如何保障远程居家康复的有效性以及普惠性将是未来研究的重点。

2.3 居家症状管理

临床 C 期的心衰患者出现与充血相关的体征和症状（包括呼吸困难、疲乏、外周水肿等）是血流动力学失代偿的信号，良好的症状管理对降低患者再入院率有积极作用[25]。利用社交平台、手机应用程序、用户网站系统的症状跟踪系统使患者能够观察监测数据的趋势，同时为患者自我护理和早期识别症状恶化提供了机会。龚晨等[26]利用微信平台构建互联网 + 心衰健康教育模式，为患者提供图文、语音及视频等信息支持，增加了患者获取健康信息的机会。ManageHF4Life 移动 APP[27]具有自我症状监控、健康状况指示等功能，患者使用 APP 自主完成 8 项问题的症状调查，APP 为患者提供可视化的健康状态风险分层，可帮助患者快速识别心衰恶化的症状体征；医护人员根据患者健康状态类别制定症状处理方案，并将方案以不同风险对应的颜色在患者端显示，以增强患者的症状感知能力及自我应对效能。宋玉洁等[28]开发的心衰管理云平台，涵盖患者健康档案、健康日记、心衰管理知识推送及医护患沟通四大功能模块，患者通过心衰管理知识模块学习症状管理知识，同时依托于健康日记板块上传每日心衰症状体征及血压、体质量等生理参数；医护人员根据患者上传的健康数据，通过平台或电话为患者提供疾病针对性指导，有效提高了患者的症状监测和识别技能。由此可见，医护人员不仅要提高患者的疾病知识水平，还要提高患者的症状监测和症状识别技能，以全方位支持心衰患者居家自我管理。

2.4 预测心衰失代偿风险

基于算法模型构建的 e-health 系统能够及时预测心衰失代偿风险，为及时医疗干预提供机会，主要的 e-health 系统包括 HeartLogic 及 Triage-HF Plus。HeartLogic 系统[29]内嵌 HeartLogic 算法，于 2017 年获得 FDA 批准，该系统利用植入式心脏电子设备（CIEDs）的多个传感器获取数据，实时测量第一和第三心音（S1 和 S3）以及 S3/S1 比值、呼吸频率、胸腔内阻抗、夜间心率和体力活动等，HeartLogic 算法（灵敏度为 70%，特异度为 87.5%）基于逻辑回归模型将测量数据生成 HeartLogic 心衰指数，当指数超过设定阈值时，该系统会通过 LATITUD™ NXT 远程管理系统向临床医护团队发送警戒提醒。后续研究发现，在警戒状态下，心衰失代偿风险比在警戒状态之外时高 25 倍，且远程警报后的医疗干预使心衰事件减少了近 3 倍[30]。目前该系统正在美国、欧洲、日本等国家进行更多的临床研究，以进一步验证其效果和安全性。Triage-HF Plus[31]整合了心衰风险评分（HFRS）算法、在线数据管理平台及电话评估工具，根据 CIEDs 测量的 OptiVol™（一种测量肺液体积的技术）、患者活动度、心房颤动 / 心房扑动发生率和持续时间、心室起搏百分比、夜间心室率和心率变异性等多种参数，利用 HFRS 算法将患者心衰失代偿风险分类为低、中或高风险，高风险组及中风险组发生心衰失代偿事件的风险较低风险组分别增加 10 倍和 2.1 倍，进一步研究表明该系统识别心衰失代偿的灵敏度和特异度分别为 98.6% 和 63.4%。值得注意的是，远程风险评估仍然存在错误和偏差的可能性，不能替代全面的临床检查，有心衰失代偿风险的患者需要由医护人员进行再次评估，进一步确定心衰患者的健康状态，为治疗及管理方案的调整提供依据。此外，上述算法系统以欧美人群为数据来源，可能并不适用于国内心衰患者，因此，未来有必要针对国内居家心衰人群特征，研发高灵敏度及特异度的心衰失代偿预测系统。

2.5 其他应用领域

心衰由于病情反复、病程长等因素，除重视药物管理、运动康复及症状管理外，还应积极关注患者的负性情绪及营养等状况。心衰患者焦虑抑郁的患病率为普通人群的 4~5 倍[32]，而焦虑抑郁情绪会增加患者再住院

率和死亡率，形成恶性循环[33]。研究发现，e-health技术通过建立医患、护患交互新纽带，增强社会支持，可有效缓解患者负性情绪。ANGERMANN等[34]应用CardioMEMS™心衰系统纳入234例纽约心脏病协会（NYHA）心功能分级Ⅲ级心衰患者，通过电话为患者提供心理调适、健康指导等社会支持，结果显示患者报告的健康问卷抑郁模块在6个月后显著改善，并在12个月后持续改善。单丽萍等[35]借助微信、QQ等社交平台与患者进行交流、接受患者的咨询，并为患者提供康复干预建议，结果发现患者的焦虑抑郁情绪得到显著改善。此外，心衰患者常因消化道吸收障碍、慢性炎症、食欲下降等原因，导致营养不良发生[36]。ASSAAD等[37]发现，基于CardioMEMS系统的随访管理使70%患者的饮食得到改善。国内学者利用微信平台定期为心衰患者推送视频、文本及图片等营养知识，并督促患者或照护者通过微信群上传饮食日记，联合营养师根据患者每日饮食情况调整营养管理内容的推送，结果发现患者血清白蛋白、血红蛋白等营养指标明显改善，自我营养管理能力也得以提升[38]。这表明e-health技术在改善心衰负性情绪及营养管理领域也显示出潜在价值。

3 e-health技术在心衰患者居家管理中现存不足与对策

3.1 e-health技术数字包容性欠佳

数字包容性被定义为确保所有人均有平等的机会和适当的技能，从广泛数字技术和系统中受益的策略[39]。但目前我国实现数字包容仍面临着设备易用性不足且成本高昂、弱势群体数字素养低下及地域数字资源分配不均衡等难题。杨巧云等[39]探讨发达国家的数字包容实践路径，结合我国本土情景，提出促进我国数字包容的对策建议应从政府“理念”和“政策”两方面并重、企业“产品”和“战略”两方面入手、社会“教育”和“帮扶”两方面发力3个角度出发，完善政府引导、企业主导、社会参与的数字包容协同机制。因此，未来应发挥政府的主导作用，综合考虑地方经济社会水平，制定硬件基础设施建设政策，助力地方网络建设和升级；同时健全e-health服务价格和医保支付政策体系，建立e-health配套系列产品定价和补贴机制，逐步将e-health技术纳入医保范畴，形成公平统一、可持续的e-health服务体系。其次，关注以老年人为主的数字弱势群体，从契合人群需求，匹配人群接受能力等方面打造数字弱势人群网络友好型生态环境；并通过“数字反哺”“社会协同”等数字技能教育和培训手段，不断培养弱势人群数字化技能，提升e-health技术适应力。最后，利用创新技术不断研发低成本、高性能的硬件系统，开发适老化、专业化的配套手机APP；针对偏远地区开发具备适应低宽带、低能耗和离线环境等特点的e-health技术解决方案，助力e-health技术的全面应用和推广。

3.2 e-health系统多方运转体系不完善

“医院－社区－家庭”联动全程管理模式强调院内和居家疾病管理的协调性和连续性，通过纵向整合优质医疗资源，弥合居家情境下疾病管理的“断层”现象，能有效改善居家管理效果[40]。e-health技术为“医院－社区－家庭”多级联动的居家管理服务体系建立了更便捷、全面的服务和沟通桥梁，但目前我国“医院－社区－家庭”三方在远程居家管理的功能定位尚未界定清晰，导致联动管理不足。未来研究应厘清医院、社区、家庭在e-health居家管理中的职责与义务，构建e-health技术与“医院－社区－家庭”深度融合的本土化居家管理新模式，合理运用医院资源、以社区为延伸点辅助家庭照顾，根据患者病情及需求为患者提供居家管理服务，促进医院、社区和家庭之间的信息共享、实时沟通和协同决策；同时挖掘e-health技术覆盖心衰居家全链条管理更深层次的阻滞因素，并破除e-health管理体系运行壁垒，建立优质高效的、适用于我国的心衰远程居家管理运转监管体系，以实现患者远程居家管理更加协同、综合、有效。

3.3 e-health数据安全存在风险

个人信息安全是开展e-health干预的基石，受到卫生保健管理方、医疗服务提供方及患者个人三方的全面关注[41]。虽然大部分e-health技术均设置相关隐私保护政策和访问权限，但在真实世界实践中仍存在差距，数据泄露、数据篡改、数据滥用等问题层出不穷。我国于2021年相继施行了《中华人民共和国数据安全法》[42]、《中华人民共和国个人信息保护法》[43]等法规标准，但此类法律在实行过程中仍存在协调性不足、执行流程和标准不清晰、监督和审查机制不完善等问题，难以有效规避e-health数据的网络安全问题与隐私安全问题。这提示未来研究应重视电子健康数据的信息安全建设问题，健全e-health数据脱敏、加密等隐私保护机制，为实现e-health数据安全共享和互用奠定基础。区块链技术具有分布式存储、高效保密共享及运行成本低廉的特征，支持多重签名的复杂权限管理，有利于解决e-health数据安全和隐私保护难题[44]。除技术上的革新，还应积极建立以政府部门为主导、行业间相互协同、社会人人参与的三方联动机制，并不断完善并落实监控和审查机制，确保e-health数据共享的合法化及标准化，助力健康数据安全高效应用。

4 小结

e-health技术推动实现了心衰患者居家管理的数字化转型，在辅助心衰居家药物管理、指导居家运动康复、

赋能居家症状管理、预测心衰失代偿风险及其他方面均发挥着重要作用，但目前e-health技术应用仍存在数字包容性欠佳、运转体系不完善、数据安全存在风险等问题。因此，在未来应用过程中，应注重改善e-health产品设计、提升设备和技术可及性、增强人群数字化技能及均衡数字资源等方面促进e-health技术数字包容；同时，应加强医护人员、社区团队、照护者和患者间的有效互动，促进三方的信息共享、实时沟通和协同决策；此外，通过政策支持、新兴保密技术应用及行业监管等方式，保证e-health数据安全、共享，助力实现全方位、全覆盖的心衰居家管理新模式，从而改善心衰患者的生存质量。

作者贡献：陈科君、杨怡菲负责文章构思、文献收集整理、论文初稿撰写；宫静、杨滨旭负责文章的质量监督及中英文审校；陈科君、周静负责对最终版本修订，对论文负责。

本文无利益冲突。

陈科君：https://orcid.org/0009-0009-0696-7427

参考文献

[1] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组，中国医师协会心力衰竭专业委员会，中华心血管病杂志编辑委员会．中国心力衰竭诊断和治疗指南2018[J]. 中华心血管病杂志，2018，46（10）：760-789. DOI：10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.10.004.

[2] GBD Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global，regional，and national incidence，prevalence，and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories，1990-2017：a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet，2018，392（10159）：1789-1858. DOI：10.1016/S0140-6736（18）32279-7.

[3] 中国心血管健康与疾病报告编写组．中国心血管健康与疾病报告2021概要[J]. 中国循环杂志，2022，37（6）：553-578. DOI：10.3969/j.issn.1000-3614.2022.06.001.

[4] STEVENSON L W，ROSS H J，RATHMAN L D，et al. Remote monitoring for HeartFailure management at home[J]. J Am Coll Cardiol，2023，81（23）：2272-2291. DOI：10.1016/j.jacc.2023.04.010.

[5] MOHEBALI D，KITTLESON M M. Remote monitoring in heart failure：current and emerging technologies in the context of the pandemic[J]. Heart，2021，107（5）：366-372. DOI：10.1136/heartjnl-2020-318062.

[6] SUBEDI N，RAWSTORN J C，GAO L，et al. Implementation of telerehabilitation interventions for the self-management of cardiovascular disease：systematic review[J]. JMIR Mhealth Uhealth，2020，8（11）：e17957. DOI：10.2196/17957.

[7] DELUCA J M，ENMARK R. E-health：the changing model of healthcare[J]. Front Health Serv Manage，2000，17（1）：3-15.

[8] World Health Organization. mHealth：use of mobile wireless technologies for public health[EB/OL].（2017-11-27）[2023-11-02]. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB142/B142_20-en.pdf?ua=1.

[9] 陈丹丹，叶志弘，汤磊雯，等．电子健康技术在慢性病患者自我管理中的应用进展[J]. 中国护理管理，2020，20（7）：1028-1033. DOI：10.3969/j.issn.1672-1756.2020.07.015.

[10] KOMAJDA M，ANKER S D，COWIE M R，et al. Physicians' adherence to guideline-recommended medications in heart failure with reduced ejection fraction：data from the QUALIFY global survey[J]. Eur J Heart Fail，2016，18（5）：514-522. DOI：10.1002/ejhf.510.

[11] COSTANZO M R，STEVENSON L W，ADAMSON P B，et al. Interventions linked to decreased HeartFailure hospitalizations during ambulatory pulmonary artery PressureMonitoring[J]. JACC Heart Fail，2016，4（5）：333-344. DOI：10.1016/j.jchf.2015.11.011.

[12] VARMA N，BOURGE R C，STEVENSON L W，et al. Remote hemodynamic-guided therapy of patients with recurrent heart failure following cardiac resynchronization therapy[J]. J Am Heart Assoc，2021，10（5）：e017619. DOI：10.1161/JAHA.120.017619.

[13] WONG C K，UN K C，ZHOU M，et al. Daily ambulatory remote monitoring system for drug escalation in chronic heart failure with reduced ejection fraction：pilot phase of DAVID-HF study[J]. Eur Heart J Digit Health，2022，3（2）：284-295. DOI：10.1093/ehjdh/ztac024.

[14] BRAHMBHATT D H，ROSS H J，O SULLIVAN M，et al. Use of a remote telemonitoring platform significantly improves medication optimisation in heart failure patients[J]. Eur Heart J，2022，43（Supplement_2）：ehac544.1094. DOI：10.1093/eurheartj/ehac544.1094.

[15] BARBARIC A，MUNTEANU C，ROSS H，et al. A voice app design for heart failure self-management：proof-of-concept implementation study[J]. JMIR Form Res，2022，6（12）：e40021. DOI：10.2196/40021.

[16] HALE T M，JETHWANI K，KANDOLA M S，et al. A remote medication monitoring system for chronic heart failure patients to reduce readmissions：a two-arm randomized pilot study[J]. J Med Internet Res，2016，18（5）：e91. DOI：10.2196/jmir.5256.

[17] DIETRICH F，ZELLER A，ALLEMANN S，et al. Development and acceptance of a new adherence monitoring package to identify non-adherent patients with polypharmacy in primary care：a feasibility study[J]. BMJ Open Qual，2023，12（1）：e002155. DOI：10.1136/bmjoq-2022-002155.

[18] 孙慧雪．远程医疗应用于射血分数保留心力衰竭患者随访管理可行性与疗效研究[D]. 大连：大连医科大学，2020.

[19] 张春晓，李静，马珊珊．微信群管理模式下的延伸护理在慢性心力衰竭患者中的应用[J]. 齐鲁护理杂志，2022，28（11）：19-22. DOI：10.3969/j.issn.1006-7256.2022.11.006.

[20] STEFANAKIS M，BATALIK L，ANTONIOU V，et al. Safety of home-based cardiac rehabilitation：a systematic review[J]. Heart Lung，2022，55：117-126. DOI：10.1016/j.hrtlng.2022.04.016.

[21] NAGATOMI Y，IDE T，HIGUCHI T，et al. Home-based cardiac rehabilitation using information and communication technology for heart failure patients with frailty[J]. ESC Heart Fail，2022，9（4）：2407-2418. DOI：10.1002/ehf2.13934.



[22] 范小清，薛盛龙，金丽清，等. 基于移动医疗技术指导的家庭心脏康复在慢性心力衰竭患者中的应用效果观察[J]. 护理与康复，2020，19（10）：54-57. DOI：10.3969/j.issn.1671-9875.2020.10.017.

[23] KIKUCHI A，TANIGUCHI T，NAKAMOTO K，et al. Feasibility of home-based cardiac rehabilitation using an integrated telerehabilitation platform in elderly patients with heart failure：a pilot study[J]. J Cardiol，2021，78（1）：66-71. DOI：10.1016/j.jjcc.2021.01.010.

[24] JAARSMA T，KLOMPSTRA L，BEN GAL T，et al. Effects of exergaming on exercise capacity inpatients with heart failure：results of an international multicentre randomized controlled trial[J]. Eur J Heart Fail，2021，23（1）：114-124. DOI：10.1002/ejhf.1754.

[25] JERING K，CLAGGETT B，REDFIELD M M，et al. Burden of HeartFailure signs and symptoms，prognosis，and ResponsetoTherapy：the PARAGON-HF trial[J]. JACC Heart Fail，2021，9（5）：386-397. DOI：10.1016/j.jchf.2021.01.011.

[26] 龚晨，张贤，林颖，等. "互联网+" 健康教育在慢性心力衰竭患者中的应用评价[J]. 上海护理，2022，22（2）：1-5. DOI：10.3969/j.issn.1009-8399.2022.02.001.

[27] DORSCH M P，FARRIS K B，ROWELL B E，et al. The effects of the ManageHF4Life mobile app on patients with chronic heart failure：randomized controlled trial[J]. JMIR Mhealth Uhealth，2021，9（12）：e26185. DOI：10.2196/26185.

[28] 宋玉洁，孙兴兰，涂惠，等. 基于"互联网+" 医院家庭一体化模式在慢性心力衰竭患者容量管理中的应用[J]. 护理实践与研究，2022，19（15）：2221-2225.

[29] BOEHMER J P，HARIHARAN R，DEVECCHI F G，et al. A multisensor algorithm predicts HeartFailure events in patients with implanted devices：results from the MultiSENSE study[J]. JACC Heart Fail，2017，5（3）：216-225. DOI：10.1016/j.jchf.2016.12.011.

[30] CALÒ L，BIANCHI V，FERRAIOLI D，et al. Multiparametric implantable cardioverter-defibrillator algorithm for heart failure risk stratification and management：an analysis in clinical practice[J]. Circ Heart Fail，2021，14（10）：e008134. DOI：10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.008134.

[31] AHMED F Z，TAYLOR J K，GREEN C，et al. Triage-HF Plus：a novel device-based remote monitoring pathway to identify worsening heart failure[J]. ESC Heart Fail，2020，7（1）：107-116. DOI：10.1002/ehf2.12529.

[32] PIEPENBURG S M，FALLER H，STÖRK S，et al. Symptom patterns and clinical outcomes in women versus men with systolic heart failure and depression[J]. Clin Res Cardiol，2019，108（3）：244-253. DOI：10.1007/s00392-018-1348-6.

[33] 温雪梅，卢仁泉，郭林. 中国心力衰竭患者抑郁焦虑发病及干预效果的Meta分析[J]. 中华临床医师杂志：电子版，2014，8（4）：702-709.

[34] ANGERMANN C E，ASSMUS B，ANKER S D，et al. Pulmonary artery pressure-guided therapy in ambulatory patients with symptomatic heart failure：the CardioMEMS European Monitoring Study for Heart Failure（MEMS-HF）[J]. Eur J Heart Fail，2020，22（10）：1891-1901. DOI：10.1002/ejhf.1943.

[35] 单丽萍，闫金翠，徐月霞. 以患者为中心构建互联网+在老年慢性心力衰竭患者中的应用[J]. 心血管康复医学杂志，2023，32（4）：341-346. DOI：10.3969/j.issn.1008-0074.2023.04.05.

[36] MATSUMURA K，TERANAKA W，TANIICHI M，et al. Differential effect of malnutrition between patients hospitalized with new-onset heart failure and worsening of chronic heart failure[J]. ESC Heart Fail，2021，8（3）：1819-1826. DOI：10.1002/ehf2.13279.

[37] ASSAAD M，SINGH R，SARSAM S，et al. Impact of CardioMEMS device placement on lifestyle modifications：a "pseudo-placebo" effect beyond the expected?[J]. J Int Med Res，2018，46（8）：3195-3199. DOI：10.1177/0300060518774123.

[38] 杨芳，卞凤丽，陆菁菁，等. 家庭赋权方案在老年慢性心力衰竭患者营养管理中的应用[J]. 现代临床护理，2022，21（8）：23-30. DOI：10.3969/j.issn.1671-8283.2022.08.004.

[39] 杨巧云，梁诗露，杨丹. 数字包容：发达国家的实践探索与经验借鉴[J]. 情报理论与实践，2022，45（3）：194-201. DOI：10.16353/j.cnki.1000-7490.2022.03.027.

[40] 李雅丽，王娜. 医院-社区-家庭一体化管理模式在慢性心力衰竭患者管理中的应用价值[J]. 山西医药杂志，2022，51（9）：1066-1068. DOI：10.3969/j.issn.0253-9926.2022.09.032.

[41] 关强，吴艳玲，韩会强，等. 论电子健康档案的隐私保护[J]. 中国医学伦理学，2022，35（6）：613-618. DOI：10.12026/j.issn.1001-8565.2022.06.05.

[42] 中国人大网. 中华人民共和国数据安全法[EB/OL].（2021-06-10）[2023-11-02]. http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202106/7c9af12f51334a73b56d7938f99a788a.shtml.

[43] 中国人大网. 中华人民共和国个人信息保护法[EB/OL].（2021-08-20）[2023-11-02]. http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202108/a8c4e3672c74491a80b53a172bb753fe.shtml.

[44] 田生湖，陈渝，谢春香. 电子健康档案区块链应用前景及其挑战[J]. 中华医院管理杂志，2022，38（5）：343-346. DOI：10.3760/cma.j.cn111325-20220209-00095.

（收稿日期：2024-01-16；修回日期：2024-04-20）

（本文编辑：贾萌萌）